

PERANCANGAN JARINGAN TRANSMISI GELOMBANG MIKRO PADA *LINK SITE MRANGGEN 2* DENGAN *SITE PUCANG GADING*

Said Attamimi¹, Rachman²

^{1,2}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik
Universitas Mercu Buana, Jakarta, Indonesia
Universitas Mercu Buana Jakarta
Email: said@mercubuana.ac.id

Abstrak - Perencanaan link budget merupakan salah satu bagian penting dari pemasangan jaringan transmisi microwave ini. Analisa yang dilakukan secara menyeluruh dari tahap awal penentuan lokasi, yaitu site Mranggen 2 dengan site Pucang Gading,

Berdasarkan hasil pengamatan terhadap path profil untuk lintasan transmisi untuk menghubungkan site Mranggen 2 dengan site Pucang Gading diperoleh daerah fresnel dalam keadaan bersih dari halangan. Sehingga untuk perencanaan jaringan dapat dilaksanakan dengan optimal. Desain link budget akan dilaksanakan dalam microwave radio link point-to-point dari site Mranggen 2 dengan site Pucang Gading hasil dengan jarak 2.76 km, Menggunakan *microwave* RTN950 Frekuensi 23 GHz dengan antenna A23S06HAC berdiameter 0,6 meter, dengan pemancar daya 20 dBm dan menerima tingkat sinyal -31,65 dBm,

Transmisi masih dapat bekerja dalam range KPI pada saat Power Transmit diturunkan ke 10 dBm *up link Fade margin* diperoleh 41,481 dB. saat *down link* diperoleh nilai *Fade margin* 41,870 dB.

Keyword: *microwave, link budget, Fade margin*

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi selular terus mengalami perkembangan dari satu generasi ke generasi berikutnya. Dorongan bagi berkembangnya komunikasi bergerak terkait dengan faktor-faktor seperti adanya tuntutan dari segi kemudahan berkomunikasi dan kapasitas sistem, teknologi yang lebih murah, ukuran fisik sistem dan piranti yang lebih kecil dengan peningkatan kemampuan komunikasi sedapat mungkin mendekati kemampuan komunikasi yang menggunakan transmisi kabel, yang berdimensi multimedia (suara, data, grafik, dan gambar).

Salah satu dari beberapa jaringan komunikasi seluler GSM di wilayah Indonesia tepatnya Semarang ini, penggunaan transmisi *microwave* ini sangat tepat, hal ini disebabkan oleh kondisi geografis dan peta wilayahnya. Karena suatu kebutuhan dalam mengimplementasi teknologi GSM, maka diperlukan lagi penambahan link *microwave* antara BTS Mranggen 2 dengan BTS Pucang gading. Oleh karena itu perlu di persiapkan suatu data sebelum pemasangan link *microwave* ini dilakukan. Maka disini diperlukan survey *Line of Sight* (LOS) terlebih dahulu kemudian dilakukan analisa perencanaan *link budget*nya.

Batasan Masalah

Untuk menghindari meluasnya materi pembahasan Penelitian ini, maka peneliti membatasi permasalahan dalam Penelitian ini hanya mencakup hal-hal berikut :

1. Penetapan pemakaian frekuensi 23 GHz. Hal ini di dasarkan oleh hasil survey yang menunjukkan jarak antara kedua BTS tersebut sekitar 2760m serta perangkat yang digunakan.
2. Jalur transmisi komunikasi *microwave* yang di analisa adalah link antara site BTS Mranggen 2 ke arah site BTS Pucang gading
3. Analisis terhadap data propagasi *LOS* dan kalkulasi *link budget* sebagai analisa untuk mendapatkan kualitas sinyal transmisinya.
4. Menentukan Nilai *Received Signal Level* (RSL)

Fresnel Zone

Daerah *Fresnel* adalah tempat kedudukan dimana titik-titik yang mempunyai selisih jarak tetap, dari dua buah lokasi yang tetap pula, yaitu kelipatan dari setengah panjang gelombang radio yang dioperasikan.

Daerah *fresnel* ini memegang peranan yang sangat penting dalam pentransmisian energi gelombang *mikro*, dimana bentuk daerah *fresnel* ini berupa *ellipsoid*.

Jari-jari daerah *fresnel*, pada titik sembarang antara dua titik pemancar dan titik penerima, dimana:

$$F(m) = \sqrt{\frac{\lambda \cdot d_1 \cdot d_2}{D}}$$

$$F1 = 17,3 \sqrt{\frac{d_1 \cdot d_2}{f \cdot d}} m$$

Dimana :

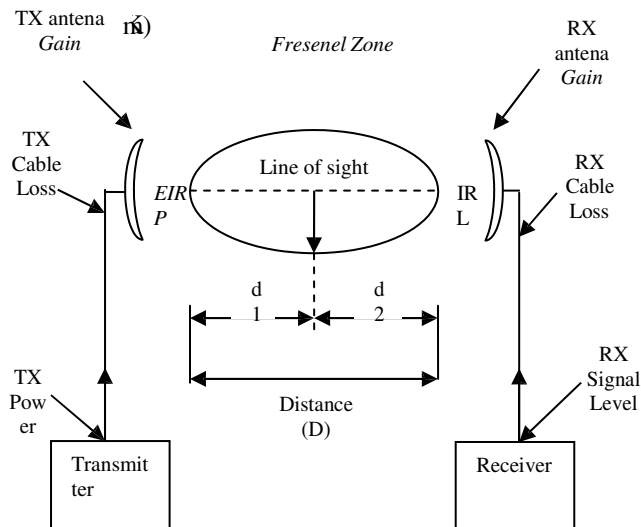
F = Diameter *fresnel zone* (m)

f = Frekuensi kerja (GHz)

d_1 = Jarak dari penghalang ke pemancar terdekat (Km)

d_2 = Jarak dari penghalang ke penerima terdekat (Km)

D = Jarak total dari pemancar ke penerima



Kalkulasi *Link budget*

Path analisis (*link budget*) adalah analisis perhitungan panjangnya suatu lintasan (*link*) yang dimaksud disini adalah untuk menetapkan parameter-parameter operasi yang digunakan seperti misalnya *power output* pemancar, diameter antenna, *noise figure* penerimaan dan lain-lain. dapat menghubungkan kinerja (*performance*) yang diinginkan dengan tingkatan sinyal penerima (*Receive Signal Level / RSL.*)

Gain Antena

Gain antena adalah parameter pokok dalam teknik radio link. *Gain* biasanya ditunjukkan dalam bentuk *decibel* (dB) dan merupakan penggambaran dari konsentrasi Secara teoritis, *Gain* antena (G) ditunjukkan oleh persamaan :

$$G(db) = 10 \log \frac{4\pi A \eta}{\lambda^2}$$

$$\left[= 10 \log 4\pi + 10 \log \pi \frac{(d)}{2} + 10 \log \eta - (10 \log c - 10 \log f) \right]$$

$$= 20 \log f_{(ghz)} + 20 \log d_{(m)} + 17,8$$

Dimana :

G = *Gain* antena (dB)

f = frekuensi (GHz)

d = diameter antena (m)

Effectif Isotropic radiated power (*EIRP*)

EIRP adalah menghitung penjumlahan dalam satuan *decibel* : *output power* pemancar (dalam dBm atau dBW), redaman saluran transmisi dalam dB (bernilai *negative* karena merupakan redaman) dan *Gain antenna* dalam dB.

Secara rumus tertulis sebagai berikut :

$$EIRP_{(dBW)} = P_o + G_t - L_t \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana :

Po = output power RF transmitter (dBw)

Gt = Gain antenna pemancar (dB)

Lt = redaman saluran transmisi (dB)

Free space loss (FSL)

FSL didefinisikan sebagai *loss* yang terjadi oleh sebuah gelombang *elektromagnetik* yang dipropagasikan dalam suatu garis lurus melalui sebuah *vacuum* dengan tidak ada penyerapan atau *refleksi* energi dari objek terdekat. Ekspresi untuk *FSL* diberikan sebagai berikut:

$$FSL = \left[\frac{4\pi D}{\lambda} \right]^2 = \left[\frac{4\pi f D}{c} \right]^2$$

dimana :

FSL = free space loss (dB)

D = jarak (Km)

f = frekuensi (GHz)

λ = panjang gelombang (m)

c = kecepatan cahaya (3×10^8 m/s)

Dalam *decibel*, dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$FSL(db) = 10 \log \frac{4\pi D}{c} = 20 \log \frac{4\pi}{c} + 20 \log f + 20 \log D$$

Isotopic Receive Level (IRL)

IRL adalah batasan RF power *level* pada antenna penerima. Dapat

juga dikatakan sebagai *power* yang diukur pada sebuah *isotropic* antenna penerima.

Secara rumus dapat ditulis sebagai berikut:

$$IRL_{(dBW)} = EIRP_{(dBW)} - FSL_{(dB)}$$

Receive Signal Level (RSL)

RSL adalah *power level* yang memasuki tingkatan pertama aktif pada penerima :

$$RSL_{(dBW)} = IRL_{(dBW)} + G_{r(dB)} - L_{t(dB)}$$

Dimana :

G_{rx} = Gain antenna penerima (dB)

L_t = Redaman saluran pada penerima (dB)

IRL = Kemampuan antenna untuk menerima sinyal (dBW)

Fade Margin (FM)

Pada perambatan gelombang *radio* akan terjadi pemantulan oleh permukaan bumi, sehingga pada penerima akan menerima dua gelombang yang berbeda yaitu gelombang langsung dan gelombang pantul yang jarak tempuh dan waktu perambatan yang berbeda sehingga menimbulkan *level* daya yang diterima berbeda pada ujung penerima. Perbedaan *level* daya

terima untuk daya pancar yang tetap inilah disebut *fading margin*

$$FM_{(dB)} = RSL_{(dBW)} - Nth_{(dBW)}$$

Faktor – faktor yang menyebabkan terjadinya fenomena *fading* adalah pembiasan, pantulan, *difraksi*, hamburan dan redaman gelombang *radio*. Jenis umum yang terjadi pada *frekuensi* dibawah 10 GHz adalah *Multipath Fading*, serta sangat berpengaruh pada lintasan lebih dari 5 KM dan pada curah hujan lebih dari 50 mm/h (Sistem Komunikasi Mikrowave LOS, 2010, PT Applikanusa Lintasarta)

Parameter Performasi dalam Perancangan *Link budget*

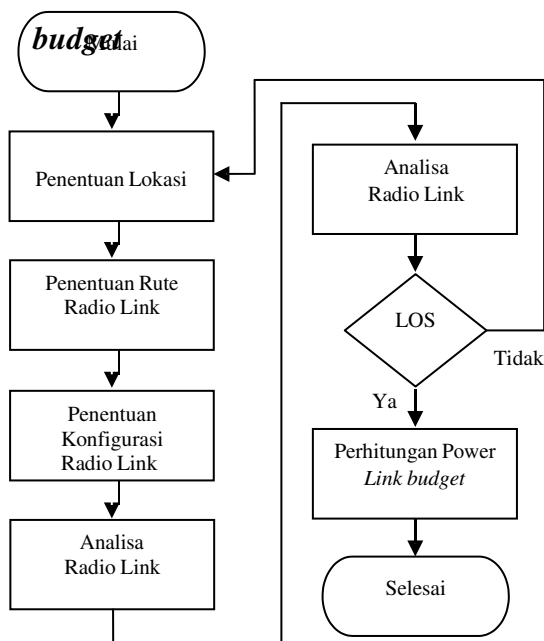
Ttable KPI (*Key Performance Indicator*) target pada perencanaan *link budget* Frekuensi kerja 23GHZ
KPI *Link budget* Frekuensi 23 GHZ

Jarak (km)	Radio dan System Modulation	Diameter Antena (m)	Power Transmit Max (dBm)
1.75	23G_XMC2_16QAM_28M_84M	0,3	21
2.5	23G_XMC2_16QAM_28M_84M	0,6	21

	Site 1	Site 2
Nama Site	Mranggen 2	Puncang Gading
Longitude	110° 30' 49.90" E	110° 29' 27.60" E
Latitude	07° 02' 51.07" S	07° 02' 14.78" S
Elevasi	35	35

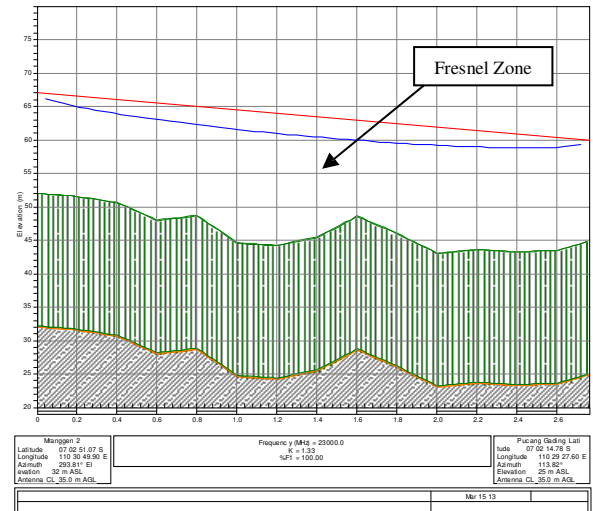
ma Site	Mranggen 2	Puncang Gading
Jarak (km)	2.76	
Keterangan	LOS	

Flowchart Perencanaan Link



Analisa Profil Lintasan Transmisi Yang di Rencanakan

Dengan analisa *path profil* berdasarkan peta map info, dapat diketahui kondisi wilayah tempat pengalihan jaringan transmisi *microwave link* yang akan direncanakan, yaitu SITE MRANGGEN 2 dihubungkan ke SITE PUCANG GADING. perencanaan ini bisa dilakukan dengan dengan baik. Berdasarkan data dilapangan maka dapat dianalisis sebagai berikut :



Daerah *Fresnel zone* aman dari halangan, artinya tinggi halangan berupa pohon dengan ketinggian 20 meter yang ada dijalur lintasan masih jauh berada dibawah daerah *fresnel zone*.

Dimana antenna *site A* pada ketinggian 35m dari permukaan tanah dan antenna *site B* pada ketinggian 35 m dari permukaan tanah. Berikut perhitungan nilai *fresnel zone*, dapat di ketahui dengan

- Frekuensi kerja untuk : 23000 GHz
- d1 (jarak SITE PUCANG GADING ke obstacle) : 1,38 Km
- d2 (jarak SITE MRANGGEN 2 obstacle): 1,38 Km
- D (jarak lintasan didapat dari *path profile*): 2,76 Km

$$F = 17,3 \sqrt{\frac{(d_1 \times d_2)}{f_{(GHz)} \times D_{(km)}}}$$

$$F = 17,3 \frac{\sqrt{(1.38 \times 1.38)}}{(23 \times 2,76)}$$

$$F = 17,3 \times 0.173 = 2.99$$

meter

$$\text{Clearance} = 0,6 \times F = 0,6 \times 2.99 \text{ meter} = 1.794 \text{ meter}$$

Dengan demikian perencanaan *link budget* jalur jaringan transmisi radio dapat dilakukan.

Sistem Radio

Jaringan transmisi radio link yang direncanakan, menggunakan frekuensi 23 GHz dengan *range* frekuensi 21,200 – 23,600 GHz, antena type A23S06HAC. Menggunakan media transmisi *Coaxial cable* untuk mengirim data berupa sinyal digital dari *In door unit* (IDU) ke *out door unit* (ODU) atau sebaliknya. juga berfungsi sebagai saluran daya DC untuk memberi catu daya pada ODU. Jadi semua proses radio berada didalam ODU. Radio *link* Frekuensi terdiri dari beberapa jenis menurut frekuensinya yaitu 7,13,15,18,23,26 sampai 38GHz, mempunyai kapasitas transmisi 4 x 2 Mbps sampai dengan 63 x 2 Mbit/s. Dengan kapasitas transmisi 16 x 2 Mbit/s, menggunakan modulasi

28M_16QAM *receiver threshold level* pada BER 10^{-6} = - 79,50 dBm, sedangkan daya *output trasmitter* = 20 dBm. *bit rate* 84 Mbps.

Analisa *link budget* dari SITE MRANGGEN 2 menuju SITE PUCANG GADING (*up link*)

Pada bagian ini akan dihitung perencanaan *up link budget* dari SITE MRANGGEN 2 menuju SITE PUCANG GADING dengan diameter antena 0.6 m.

Perhitungan *Gain* Antena

Untuk frekuensi operasi 22,022 GHz dan diameter antena 0,6 meter. Maka diperoleh penguatan antena sebagai berikut : *Gain* antena pemancar dan penerima dapat dihitung dengan menggunakan persamaan

$$G = 20 \log (f) + 20 \log (d) + 17,8$$

$$= 26,857 + (- 4,436) + 17,8$$

$$G = 40,221 \text{ dB}$$

Effective Isotropic Radiated Power (EIRP)

EIRP adalah daya pancar sebuah sistem transmisi yang telah mengalami redaman pada konektor

serta kabel penghubung kemudian dikuatkan oleh penguat antenna.

Transmitter output range (Ptx) : 20 dBm

Antena (parabolic diameter) : 0,6 m

Range Frequency : 21,2 – 23,6 GHz

Loss feeder tx : diabaikan = 0

Frekuensi Kerja : 22,022 GHz

Maka nilai EIRP dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2.3) :

$$\begin{aligned} \text{EIRP} &= P_{Tx} \text{ (dBm)} + G_{Tx} \text{ (dB)} - L_{fTx} \text{ (dB)} \\ &= 20 \text{ dBm} + 40,221 \text{ dB} - 0 \\ &= 60,221 \text{ dBm} \end{aligned}$$

Jadi besar daya yang dipancarkan oleh sistem Pemancar adalah 60,221 dBm.

Free Space Loss (FSL)

FSL adalah redaman yang terjadi diudara bebas, besarnya sendiri tergantung pada besarnya frekuensi yang digunakan dan panjangnya lintasan, untuk jarak 2.76 Km dan frekuensi 22,022 GHz, maka redaman pada ruang bebas diperoleh dengan persamaan

$$\begin{aligned} \text{FSL (dB)} &= 32,4 + 20 \log f \text{ (MHz)} + 20 \log D_{(km)} \\ &= 32,4 + 20 \log (22022) + 20 \log (2.76) \end{aligned}$$

$$= 128,075 \text{ dB}$$

Isotropic Receive Level (IRL)

IRL adalah *level* daya penerimaan antenna di SITE PUCANG GADING adalah sebagai berikut :

EIRP : 60,221 dBm

FSL : 128.075 dB

$$\begin{aligned} \text{IRL} &= \text{EIRP} - \text{FSL} \\ &= 60,221 \text{ dBm} - 128,075 \text{ dB} \\ &= -67,854 \text{ dBm} \end{aligned}$$

Jadi penerimaan daya oleh antenna penerima sebesar -67,854 dBm.

Receive Signal Level (RSL)

Besar daya yang diterima pada *receiver* di SITE PUCANG GADING adalah

Gain antenna Rx : 40,224 dB

Loss feeder : diabaikan = 0

IRL : -67.854 dBm

Maka nilai RSL dapat dihitung dengan menggunakan persamaan

$$\begin{aligned} \text{RSL} &= \text{IRL} + G_{Rx} - L_t \\ &= -67,854 \text{ dBm} + 40,224 - 0 \\ &= -27,63 \text{ dBm} \end{aligned}$$

Fade Margin (FM)

Fade margin dihitung dengan mempertimbangkan *receiver threshold* pada suatu *bit-error rate*

(BER) yang dikehendaki, *Fade margin* merupakan selisih daya penerimaan terhadap *threshold*, untuk daya penerimaan (RSL) = -27,63 dBm dengan *threshold* (-79,50 dBm) maka dapat dihitung dengan persamaan (2.8) :

$$\begin{aligned} FM &= RSL - Nth \\ &= -27,63 \text{ dBm} - (-79,5 \text{ dBm}) \\ &= 51,87 \text{ dB} \end{aligned}$$

Hasil Analisis *Link budget*

Setelah dihitung dengan menggunakan persamaan – persamaan pada Bab II, hasil perhitungan sebagai berikut :

Hasil perhitungan *Link budget*

NO	PARAMETER	HASIL PERHITUNGAN	
		UP LINK (22.022 GHz)	DOWN LINK (23.030 GHz)
1	GAIN ANTENA	40.221 dBi	40.609 dBi
2	EIRP	60.221 dBm	60.609 dBm
3	FSL	128.075 dB	128.463 dB
4	IRL	-67,854 dBm	-67.854 dBm
5	RSL	-27.63 dBm	-27.245 dBm
6	FADE MARGIN	51.87 dB	52.255 dB

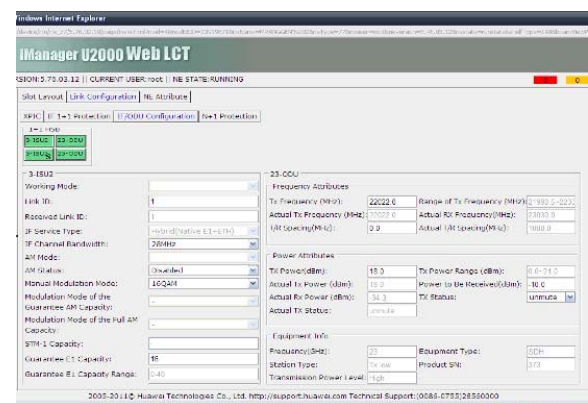
Hasil Pengukuran *Link budget* dari Site Mranggen 2 menuju Site Pucang Gading

Dari hasil pengukuran di lapangan Site Mranggen 2 to Pucang Gading dengan memasukkan data sesuai

dengan *Link budget* yang sudah direncanakan di awal, dimana site Mranggen 2 sebagai TX low sebagai berikut :

Table Parameter Site Mranggen 2 to Pucang Gading

No	Parameter	Keterangan
1	Channel	28 MHZ
2	Jenis Modulation	16 QAM
3	Frekuensi Kerja	22022 MHZ
4	Power Transmit	18 dBm
5	Equipment Type	SDH



Gambar *Link Configuration* Site Mranggen 2 ke Site Pucang gading
Didapatkan RSL (actual *RX Power*) - 34,3 dBm, masih masuk dalam range yang diharapkan sekitar ± 3 dBm

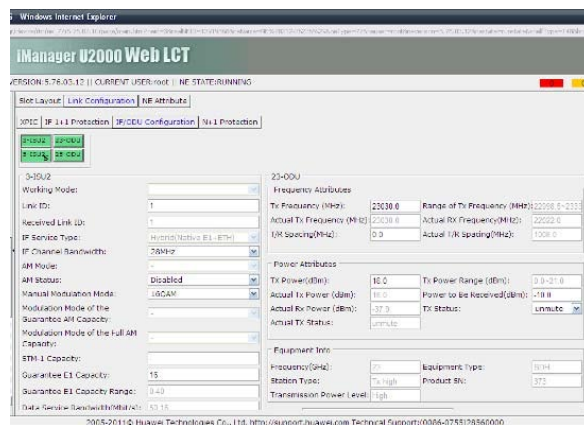
Hasil Pengukuran *Link budget* dari Site Pucang Gading menuju Site Mranggen 2

Untuk Hasil pengukuran di lapangan Site Pucang Gading to Site Mranggen 2 dengan memasukkan

data sesuai dengan *Link budget* yang sudah direncanakan di awal, dimana site Mranggen 2 sebagai *TX High* sebagai berikut :

Table Parameter Site Pucang Gading to Site Mranggen 2

No	Parameter	Keterangan
1	<i>Channel</i>	28 MHZ
2	Jenis	16 QAM
3	Frekuensi	23030 MHZ
4	Power	18 dBm
5	Equipment	SDH



Link Configuration Site Pucang gading ke Site Mranggen 2

Didapatkan RSL (actual *RX Power*) - 37,9 dBm, Tidak masuk dalam range yang diharapkan sekitar ± 3 dBm

DAFTAR PUSTAKA

1. -----, "MW Network Planning Using Pathloss 4.0". 2008 . PT. HUAWEI TECH.

2. -----, "Transmission Network Planning TNP COOK BOOK V1,1". 2012. PT. HCPT.
3. -----, "OPTIX RTN 950 V100R001C02 Product Documentation". 2010. PT HUAWEI TECH.
4. *Imam Santoso*, Ajub Ajulian, Zahra Al Anwar. 2008. "Perancangan Jalur Gelombang Mikro 13 Ghz Titik Ke Titik Area Prawoto–Undaan Kudus". Semarang: Teknik Elektro UNDIP.
5. Sabilah Rusdy, 2009. "Analisa Perencanaan *Link Budget* Pada Jaringan Transmisi Gelombang Mikro Pada BTS BKKBN_Halim Dengan BTS Trikora". Jakarta :Teknik Elektro Universitas Suryadarma.

6. -----, "Sistem Komunikasi Mikrowave LOS, 2010, PT Aplikasi Lintasarta
7. Roger L.Freeman, "Telecommunication Transmission Handbook", 1998, Wiley Int.Science

8. Gunnar Heine. 1998 “GSM Networks: Protocols, Terminology, and Implementation”, London
9. Simanjuntak, Tiur, Dasar-dasar Telekomunikasi , 1993 , ALUMNI Bandung
10. Rifki hartikas,ummi azizah s (2014) “Sistem Telekomunikasi Menggunakan Gelombang Mikro”, Jurnal Teknik Elektro ,Politeknik Negeri Malang Juni 2014
11. Sugeng Purbawanto (2011) “Pengaruh Fading Pada Sistem Komunikasi Gelombang Mikro Tetap Dan Bergerak” Jurnal Teknik Elektro Vol. 3 No.1 33 Januari - Juni 2011